



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 03163882 A

(43) Date of publication of application: 15.07.91

(51) Int. Cl

**H01L 33/00**

(21) Application number: 01303538

(71) Applicant: DAIDO STEEL CO LTD

(22) Date of filing: 22.11.89

(72) Inventor: KATO TOSHIHIRO  
SUWA HIROMOTO**(54) LIGHT-EMITTING DIODE WITH OPTICAL REFLECTION LAYER**

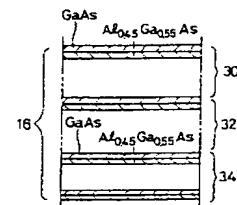
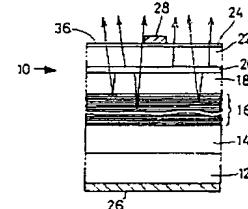
Accordingly, luminous power conversion efficiency is improved.

## (57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To improve luminous power conversion efficiency by composing an optical reflection layer of plural kinds of light-wave interference type reflection layers including light-wave interference type reflection layers having wavelength selection characteristics centering around a wavelength longer than the central wavelength of light generated from an active layer.

**CONSTITUTION:** A light-emitting diode is constituted of a substrate 12, a buffer layer 14, an optical reflection layer 16, an N-type clad layer 18, an active layer 20, a P-type clad layer 22, a contact layer 24, an N-type ohmic electrode 26 and a P-type ohmic electrode 28. Since the optical reflection layer 16 is organized of plural kinds of reflection layers 30, 32, 34 including light-wave interference type reflection layers 30, 34 having wavelength selection characteristics centering around light having a wavelength longer than the central wavelength of light generated from the active layer 20, even light oblique to the optical reflection layer 16 formed on the side reverse to the optical extracting surface of the active layer 20 is reflected efficiently.



⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 平3-163882

⑥Int. CL<sup>5</sup>  
H 01 L 33/00

識別記号 A  
序内整理番号 8934-5F

⑧公開 平成3年(1991)7月15日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

④発明の名称 光反射層を備えた発光ダイオード

②特 願 平1-303538  
②出 願 平1(1989)11月22日

⑦発明者 加藤俊宏 愛知県春日井市中央台8丁目7番地の4  
⑦発明者 諏訪亮源 愛知県東海市加木屋町南鹿持18番地  
⑦出願人 大同特殊鋼株式会社 愛知県名古屋市中区錦1丁目11番18号  
⑦代理人 弁理士 池田治幸 外2名

明細書

1. 発明の名称

光反射層を備えた発光ダイオード

2. 特許請求の範囲

光取出面から放射するための光を発生させる活性層と、該活性層の該光取出面と反対側に形成されて該活性層からの光を該活性層に向かって反射させる光反射層とを備え、該光反射層により反射された光も前記光取出面から放射されるようにした形式の光反射層を備えた発光ダイオードにおいて、

前記光反射層を、前記活性層から発生する光の中心波長よりも長い波長の光を中心とする波長選択特性を備えた光波干渉型反射層を含む複数種類の光波干渉型反射層から構成したことを特徴とする光反射層を備えた発光ダイオード。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は光反射層を備えた発光ダイオードの改良に関するものである。

従来の技術

光通信や表示器などに発光ダイオードが多用されている。かかる発光ダイオードは一般に、半導体基板の上に液相エピタキシー (LPE; Liquid Phase Epitaxy) 法などのエピタキシャル成長法により p-n 接合を形成したダイオードを用いて構成される。また、このような発光ダイオードの一種に、光取出面から放射するための光を発生させる活性層と、その活性層の光取出面と反対側に形成されて活性層からの光を活性層に向かって反射させる光反射層とを備え、光反射層により反射された光も光取出面から放射されるようにして発光効率を高めたものがある。たとえば、特開平1-200678号公報に記載されたものがそれである。上記のように光反射層を備えた発光ダイオードにおいては、活性層内で発生した光のうち、光取出面と反対側へ向かう光が光反射層によって活性層へ向かって反射されるので、光取出効率、即ち発光効率が改善されるという特徴がある。

発明が解決しようとする課題

ところで、上記従来の発光ダイオードに備えられている光反射層は、光波干渉型の反射構造であることから、特定の波長を中心として反射する波長選択性を備えており、通常、活性層から発生する光の波長付近において最も反射率が高くなるように構成される。しかし、上記のように構成された従来の発光ダイオードによれば、当初に意図したほどの発光効率の増加が得られないという問題があった。

本発明は以上の事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、高い発光効率を有する光反射層を備えた発光ダイオードを提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

本発明者等は、以上の事情を背景として種々検討を重ねた結果、発光ダイオード内に設けられた光反射層は、それに対して直角の光を反射するだけでなく、光反射層に対して斜めの光も効率良く反射させることができ、反射効率を高める上で望まれるのであるが、光反射層に対して斜めの光は、光

反射層の波長選択性によって充分に反射されることができず、これが発光ダイオードの発光効率が充分に得られないという原因の一つであることを見出した。

本発明は斯る知見に基づいて為されたものであり、その要旨とするところは、光取出面から放射するための光を発生させる活性層と、その活性層のその光取出面と反対側に形成されてその活性層からの光をその活性層に向かって反射させる光反射層とを備え、その光反射層により反射された光も前記光取出面から放射されるようにした形式の光反射層を備えた発光ダイオードにおいて、前記光反射層を、前記活性層から発生する光の中心波長よりも長い波長の光を中心とする波長選択性を備えた光波干渉型反射層を含む複数種類の光波干渉型反射層から構成したことがある。

#### 作用および発明の効果

このようにすれば、光反射層が、前記活性層から発生する光の中心波長よりも長い波長の光を中心とする波長選択性を備えた光波干渉型反射層

を含む複数種類の反射層から構成されているので、活性層の光取出面と反対側に形成された光反射層に対して斜めの光でも効率良く反射され、発光ダイオードの発光効率が大幅に高められるのである。

#### 実施例

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例である発光ダイオード10の斜視図であり、第2図はその積層構成を説明するための図である。それらの図において、発光ダイオード10は、ダブルヘテロ構造の面発光型発光ダイオードであり、n-GaAs単結晶の基板12上には、n-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As層14、光反射層16、n-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As層18、p-GaAs活性層20、p-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As層22、およびp'-GaAsコンタクト層24が、0.01乃至数μmのオーダーの膜厚でそれぞれ設けられている。そして、上記基板12の底面にはAu-Ceのn型オーミック電極26が設けられる一方、上記コンタクト層24の上

にはAu-Znのp型オーミック電極28が設けられている。

上記緩衝層14、光反射層16、n型クラッド層18、活性層20、p型クラッド層22、およびコンタクト層24は、たとえば、有機金属化学気相成長法、分子線エピタキシ法、或いは気相エピタキシ法などによって、基板12上に単結晶の状態で順次成長させることにより形成されている。

上記光反射層16は、光波干渉によって光を反射し且つ波長選択性が相互に異なる3種類の第1反射層30、第2反射層32、第3反射層34から構成されたものである。第3図に拡大して示されているように、第1反射層30は、光波干渉作用により光を反射するために、62nmの厚みのGaAs層と68nmの厚みのAl<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As層とが14対積層されることにより所謂超格子に構成されおり、光反射層16に対して垂直な方向で入射する895nmの波長の光が最大反射率となるような波長選択性を備えている。また、

上記第1反射層30の基板12側に設けられた第2反射層32は、光波干渉作用により光を反射するために、60nmの厚みのGaAs層と65nmの厚みのAl<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>As層とが7対積層されることにより所謂超格子に構成されており、光反射層16に対して垂直な方向で入射する860nmの波長の光が最大反射率となるような波長選択性を備えている。そして、上記第2反射層32の基板12側に設けられた第3反射層34は、光波干渉作用により光を反射するために、67nmの厚みのGaAs層と74nmの厚みのAl<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>As層とが12対積層されることにより所謂超格子に構成されており、光反射層16に対して垂直な方向で入射する968nmの波長の光が最大反射率となるような波長選択性を備えている。

上記光反射層16を構成するGaAs層とAl<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>As層とは、チャンバ内の基板12の温度を850°Cに維持した状態で、弁の操作によって原料ガスを切り替えることにより交互に重ねら

7

かって反射され、活性層20を通して光取出面36から放射される。このとき、活性層20から基板12側へ向かう光は光反射層16に対して垂直方向のものだけでなく、光反射層16に対して斜め方向のものも多い。光反射層16は、前述のように、活性層20から生じる光の波長880nmよりも長い波長を中心波長とする波長選択性を備えた第1反射層30および第3反射層34を有しているので、上記の光反射層16に対して斜め方向の光でも光反射層16によって効率良く反射される。したがって、本実施例の発光ダイオード10によれば、光反射層16に垂直な光の波長に対して効率良く反射する单一の波長選択性を有する光波干渉型反射層を備えた従来の発光ダイオードに比較して発光効率が数十%高くなるのである。

また、本実施例の発光ダイオード10によれば、チャンバ内に基板12を入れたままで基板12上に、緩衝層14、光反射層16、n型クラッド層18、活性層20、p型クラッド層22、および

れ、また、その原料ガスを流す時間を制御して所望の厚みを得る。たとえば、GaAs層を形成する場合には、TMGガスの流量を $2.2 \times 10^{-3}$  mole/min、10%希釈AsH<sub>3</sub>ガスの流量を510cc/min、10ppm希釈H<sub>2</sub>Seガスの流量を28.3cc/minとする。また、Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>As層を形成する場合には、TMGガスの流量を $2.2 \times 10^{-3}$  mole/min、TMAガスの流量を $7.8 \times 10^{-4}$  mole/min、10%希釈AsH<sub>3</sub>ガスの流量を511cc/min、10ppm希釈H<sub>2</sub>Seガスの流量を28.3cc/minとする。そして、上記GaAs層を形成する期間とAl<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>As層を形成する期間との間にはAsH<sub>3</sub>ガスを10秒間流すようとする。

以上のように構成された発光ダイオード10においては、オーム電極26と28との間に駆動電流が流されることにより活性層20からは880nmの波長の光が発生させられる。活性層20から光取出面36側へ向かう光は光取出面36から放射される一方、活性層20から基板12側へ向かう光は光反射層16により活性層20へ向

8

コンタクト層24を順次エピタキシャル成長させれば良いため、その製造が容易で発光ダイオード10が安価となる利点がある。それらのエピタキシャル成長手段としては、例えば有機金属化学気相成長(MOCVD; Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法や分子線エピタキシー(MBE; Molecular Beam Epitaxy)法、或いは気相エピタキシー(VPE; Vapor Phase Epitaxy)法等が好適に用いられ、中でも有機金属化学気相成長法は精密で且つ均一な薄膜を容易に形成できるため、良質なGaAs/Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>As超格子層を形成する上で特に望ましい。

また、上記光反射層16はGaAs/Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>As超格子層にて構成されているため、n-GaAs基板12やn-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層14との間で格子不整合を生じることがなく、良質の発光ダイオード10が得られる。

以上、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、本発明は他の態様で実施することもできる。

9

10

例えば、前記実施例の発光ダイオード10はGaAs/A<sub>2</sub>GaAsダブルヘテロ構造を成しているが、GaP、InP、InGaAsPなど他の化合物半導体から成る発光ダイオードや単一ヘテロ構造、あるいはホモ構造の発光ダイオードにも本発明は同様に適用され得る。

また、前記実施例では光反射層16としてGaAs/A<sub>2</sub>GaAs超格子層が設けられているが、屈折率などを考慮して他の半導体材料から成る光反射層を用いることも可能である。

また、前記実施例では活性層20と光反射層16とが平行に設けられていたが、必ずしも平行でなくともよく、また、活性層20が一部に設けられてもよい。

また、前述の実施例の光反射層16は、第1反射層30、第2反射層32、第3反射層34が順次積層されて構成されているが、その積層の順番は、上記と異なっていても差支えない。

その他一々例示はしないが、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で

実施することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例である発光ダイオードの斜視図である。第2図は第1図の積層構造を説明する断面図である。第3図は第1図の発光ダイオードの光反射層を拡大して示す図である。

10：発光ダイオード

16：光反射層

20：活性層

30：第1反射層（光波干渉型反射層）

32：第2反射層（光波干渉型反射層）

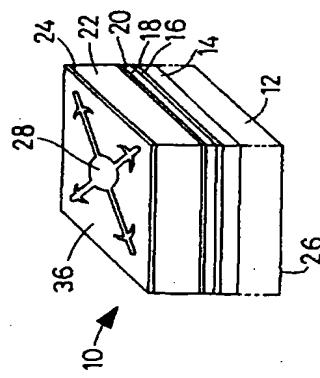
34：第3反射層（光波干渉型反射層）

36：光取出面

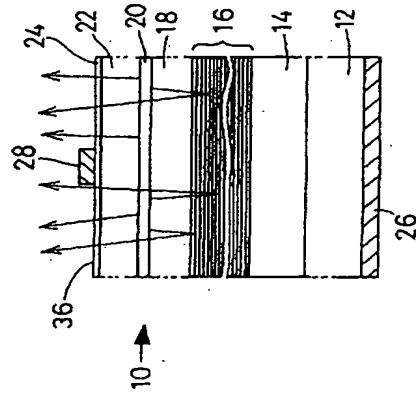
出願人 大同特殊鋼株式会社

代理人 弁理士 池田治幸  
(ほか2名)

第1図



第2図



第3図

